

Дослідження за актуальними проблемами інженерно-технічного забезпечення АПК

УДК 631.51:631:3

Кравчук В., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААНУ, (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого), Падюка Т., аспірант (Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого), Падюка Р., аспірант (Львівський національний аграрний університет)

Концептуальна модель функціонування машинно-тракторного парку сільськогосподарського підприємства

Розроблено і описано основні етапи створення концептуальної моделі роботи системи «парк-тракторів – виробнича програма сільськогосподарського підприємства», розглянуто науково-методичні засади створення відповідної математичної моделі.

Ключові слова: концептуальна модель, система, структура, процес, ефективність.

Вступ. Процес моделювання виробничої системи «парк тракторів – виробнича програма сільськогосподарського підприємства (ПТВП)» потрібно проводити за певною методологією [1]. Перший етап розроблення – концептуальний (змістовний) опис, тобто створення абстрактної моделі, що визначає склад і структуру системи S_0 , властивості елементів і причинно-наслідкові зв'язки, притаманні досліджуваній системі та істотні для досягнення мети моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концептуальний опис складних технічних систем є основним і найбільш важливим етапом у розробленні відповідних моделей. У праці В. Борисенка [2] запропонована концептуальна схема імітаційного моделювання роботи польових агрегатів для визначення їх економічних показників. Проте в цій роботі досліджується функціонування лише одиничних машинно-тракторних агрегатів (МТА). Дослідження О. Сидорчука [1], П. Луба [3] і створені на їх основі науково-методичні засади переконують в тому, що саме з використанням принципів системотехніки і теорії моделювання можна адекватно встановити характеристики технологічних комплексів машин.

Постановка завдання. Мета роботи – встановити склад, структуру і параметри елементарних явищ системи «парк тракторів – виробнича програма сільськогосподарського підприємства (ПТВП)», а також описати причинно-наслідкові зв'язки між ними.

Виклад основного матеріалу. Розроблення концептуальної моделі розпочинається з її визначення і ори-

єнтування. Як відомо, парк тракторів – система, яка складається з тракторів, призначених для ефективного виконання всього комплексу робіт на підприємстві. Для цього трактори необхідно комплектувати певними типами сільськогосподарських знарядь, що складатимуть машинно-тракторний парк (МТП).

Технологічний процес, як закономірність виконання операцій, прийомів, дій, руху у досліджуваній системі, встановлює принципи раціональної його побудови, а

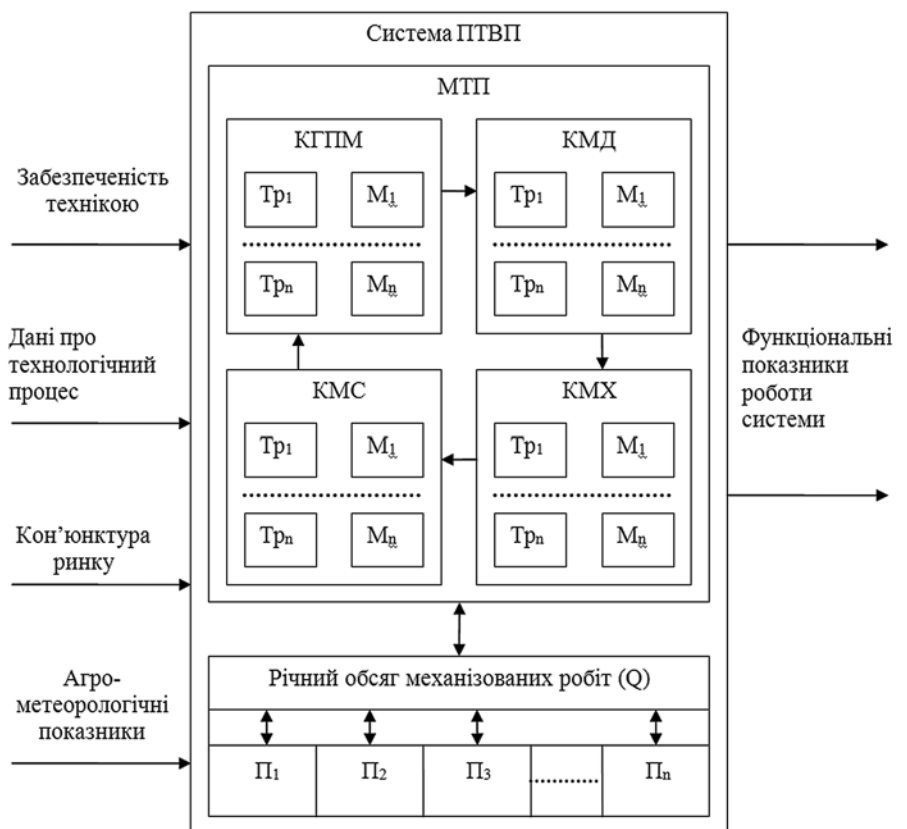


Рис. 1 – Функціональні складові системи «Парк тракторів – виробнича програма СГП»: Тр – множина тракторів; М – множина сільськогосподарських знарядь; П – множина полів; КГПМ – комплекс ґрунтообробно-посівних машин; КМД – комплекс машин для догляду за посівами; КМХ – комплекс машин для хімічного захисту рослин; КМС – комплекс машин для збирання сіна

саме: безперервність руху оброблювального матеріалу; узгодженість операцій у часі і просторі; максимальна завантаженість машин у всіх ланках технологічного процесу; найменший вантажообіг матеріалу і машин, а також принцип ритмічності операцій [4].

Процес вирощування сільськогосподарських культур характеризується циклічністю у відповідності з науково обґрунтованою сівозміною. Робочий процес в умовах Західного Полісся України умовно буде розділятися на періоди:

- весняний – підготовка ґрунту і проведення весняної сівби. Відповідно використовують комплекси ґрунтообробних машин і машин для сівби і посадки (КГПМ);
- весняно-літній – боронування посівів, внесення міңдобрив, міжрядна культивация. Відповідно використовують комплекси машин для догляду за посівами і збирання сіна (КМД); підготовка і проведення обприскування посівів, дискація (КМХ);
- літньо-осінній – скошування трав, згрібання, обертання і підбирання сіна (КМС), луцення стерні, оранка, культивация, проведення сівби озимих культур (КГПМ);
- зимовий – снігозатримання.

Таким чином, набір сільськогосподарських машин і тракторів, які формують МТА, що входять до складу технологічних комплексів машин, складають систему технічного забезпечення процесу виконання технологічних операцій у СГП.

На етапі стратифікації та деталізації системи визначаються з її складовими, зміна параметрів яких зумовлює суттєві зміни показників ефективності функціонування системи [1]. З огляду на мету моделювання, до таких складових відносяться сезонна множина полів СГП, що потребують виконання технологічних операцій з механізованого обробітку ґрунту, та параметри МТП (рис. 1).

Оскільки парк тракторів як самостійне угруповання не може виконувати технологічний процес, тому уможливити встановлення ефективності (характеристик) системи «парк тракторів – виробнича програма СГП» потрібно у системі МТА, які формуватимуть виробничі комплекси машин.

Етап стратифікації проводять для розчленування системи на певні рівні, які забезпечують її цілісність. Ієрархічне представлення даної системи дає змогу описати її функціонування на основі трьох рівнів: пер-

Елементи складових виробничої системи

Складова	Елементи
Множина полів (P_n)	Конфігурація поля, стан ґрунту, рельєф, ухил поля, вирощувана культура
Комплекс ґрунтообробно-посівних машин (КГПМ)	Плуги, парові і передпосівні культиватори, луцильники і дискові борошни, котки, чизелі, зубові борошни, ґрутові фрези, ґрунтообробнопосівні агрегати, сівалки, саджалки
Комплекс машин для догляду за посівами (КМД)	Міжрядні і пруткові культиватори, підгортальники, розкидачі органічних і мінеральних добрив
Комплекс машин для хімічного захисту рослин (КМХ)	Обприскувачі, цистерни
Комплекс машин для збирання сіна (КМС)	Косарки, ґрабарки і ворушилки сіна, прес-підбирачі, причепа
Енергетичні засоби (T_n)	Трактори відповідної потужності

ший – представлення структури на рівні абстрактних об'єктів, другий – дослідження конкретних зв'язків, третій – пов'язаний з дослідженням системи на операційному рівні [5].

На етапі деталізації виділяються головні складові виробничої системи (табл.), а саме: множина полів, множина сільськогосподарських машин і тракторів для виконання відповідних технологічних операцій.

Представлення структури системи на рівні абстрактних об'єктів дає можливість виокремити підсистему технічного забезпечення, підсистему технологічного процесу (річного циклу) робіт у СГП і підсистему зовнішнього середовища [5].

Важливим етапом розроблення концептуальної моделі виробничої системи є локалізація, яка здійснюється з метою окреслення її зовнішнього середовища, а також з'ясування якісних та кількісних показників зовнішніх впливів на систему [1, 3]. Цей вплив проявляється у зміні стану предмета праці (ґрунт, рослини) і виражається в термінах початку та природно допустимої тривалості проведення технологічних операцій.

Етап виділення блоків у системі є основою для моделювання процесу функціонування парку тракторів. Кожний елементарний процес системи ПТВП, що відбувається впродовж певного часу, розглядається у безперервному взаємозв'язку з іншими процесами на підставі їх причинно-наслідкових зв'язків. Для ПТВП елементарні процеси мають чітку послідовність у часі. До них відносять: 1) підготовку агрегатів до роботи; 2) підготовку поля до роботи; 3) рух машини на поле; 4) роботу на полі; 5) переїзди на інше поле; 6) переїзд для переоснащення трактора іншою сільськогосподарсь-

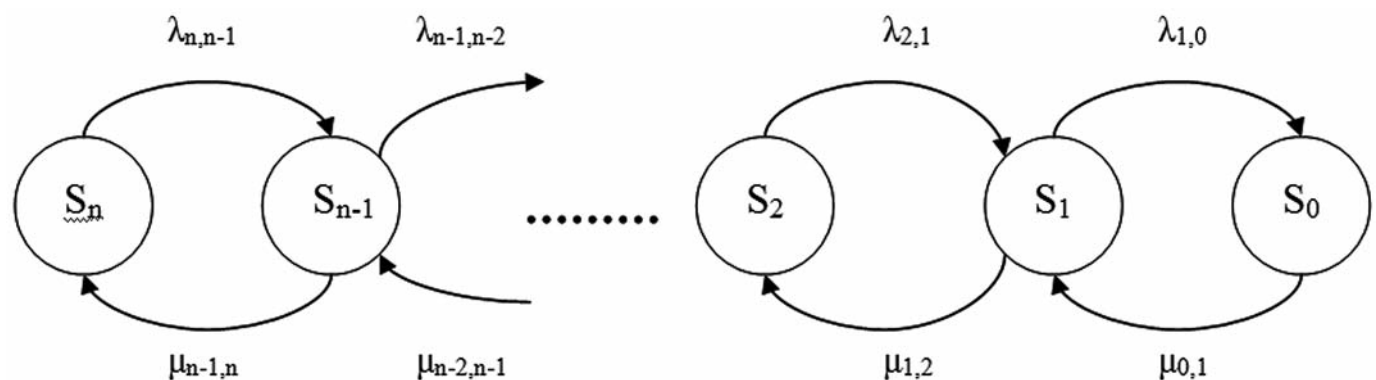


Рис. 2 – Діаграма простору станів системи: S_n – стан системи, коли всі елементи працездатні; S_0 – стан системи, коли всі елементи відмовили; λ_i – інтенсивність виникнення відмов, год⁻¹; μ_i – інтенсивність відновлення роботоздатності, год⁻¹

кою машиною; 7) контроль і оцінювання якості роботи; 8) рух машинного агрегату у парк [3]. Дослідження перебігу цих процесів відбувається на підставі імітаційної моделі.

Структурування та управління здійснюється з метою встановлення інформаційних зв'язків між складовими системи, на основі яких формуються управлінські дії щодо зміни параметрів системи [1]. До таких управлінських дій відносимо формування обсягів площі ріллі СГП, структури посівних площ, вибір раціональної сівозміни та технології вирощування культур, а також зміну параметрів парку тракторів.

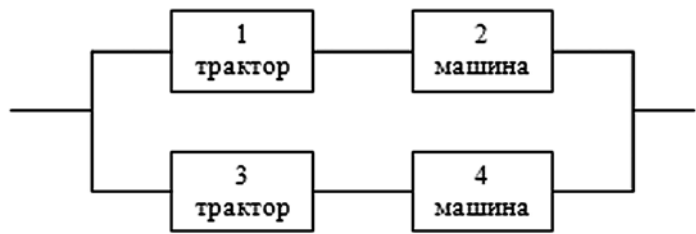
Нарешті, для встановлення множини параметрів кожного елемента, значення якого змінюється у процесі функціонування системи проводять етап відображення можливих станів. Розрізняють статичні виробничі характеристики, які мають місце у встановлених режимах, і динамічні, що описують технологічні процеси, напрацювання на відмову і надійність у часі. Комплексно-механізовані процеси мають властивість потоковості. До основних експлуатаційно-технологічних характеристик комплексів машин і виконуваних ними поточкових процесів логічно віднести продуктивність (виробіток), надійність, стійкість, технологічність [6]. Схематично функціонування підсистеми технічного забезпечення можна подати у вигляді схеми, що відображає можливі стани і переходи зі стану в стан протягом великого терміну роботи [7]. Повна сукупність станів позначається розміщеною діаграмою можливих станів елементів системи (рис. 2).

Таким чином, встановлення станів системи дасть можливість за допомогою системи диференціальних рівнянь отримати значення ймовірності перебування системи у кожному стані (p_i):

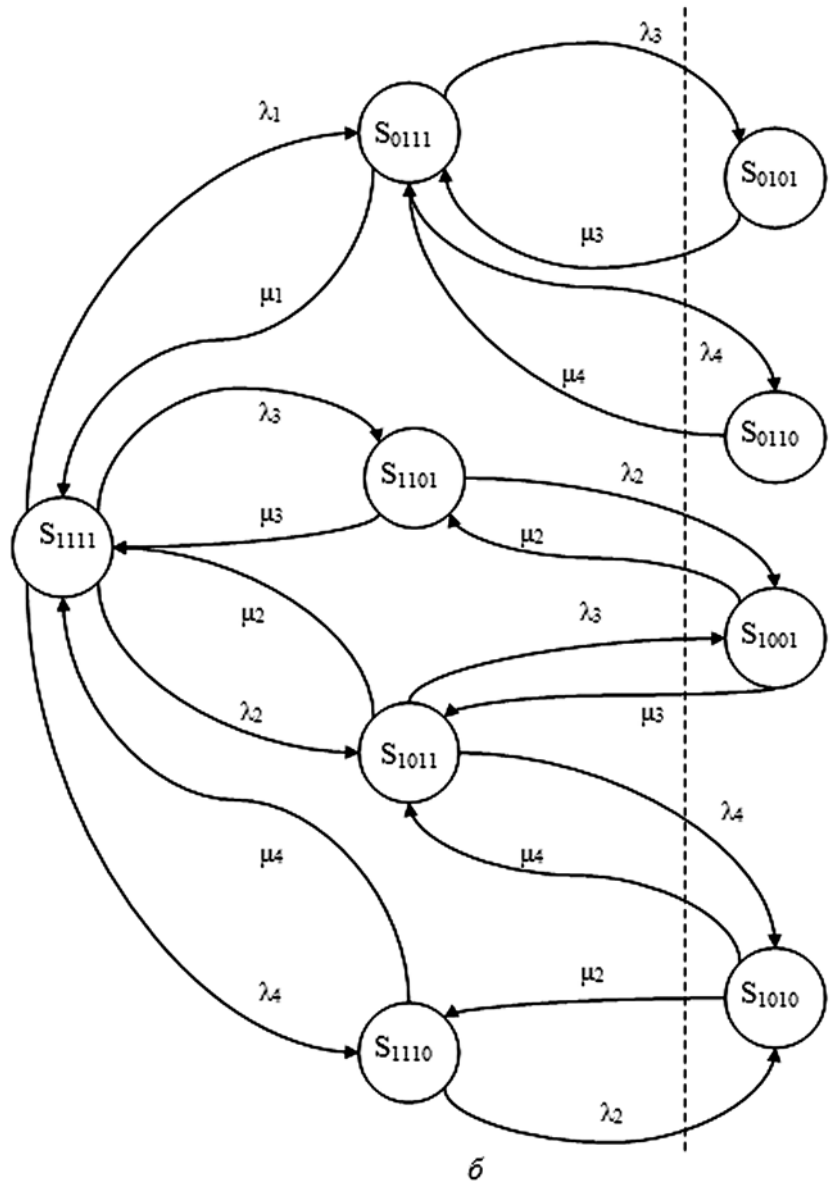
$$\begin{cases} \frac{dp_0}{dt} = F_1(t, p_0, p_1, \dots, p_n) \\ \frac{dp_1}{dt} = F_2(t, p_0, p_1, \dots, p_n) \\ \dots \\ \frac{dp_n}{dt} = F_n(t, p_0, p_1, \dots, p_n) \end{cases} \quad (1)$$

На рис. 3 концептуально показано схему надійності та діаграму простору можливих станів комплексу машин, які складаються з двох МТА. Елементи в логічній схемі надійності технологічної системи (рис. 3, а) включені послідовно-паралельно.

Виходячи з означення стану системи, можна виділити дев'ять станів, які утворюватимуть простір можливих станів технологічної системи з двох МТА (рис. 3, б). Система переходить у непрацездатний стан, коли її відповідні елементи в момент часу t переходять в нероботоздатні стани:



а



б

Рис. 3 – Схема надійності (а) та діаграма простору можливих станів (б) комплексу машин з двох МТА

$$S(t) = \{S_{0101}(t), S_{0110}(t), S_{1001}(t), S_{1010}(t)\}. \quad (2)$$

Висновок. У відповідності до поставлених завдань сформовані функціональні складові досліджуваної системи, а також взаємозв'язки між її елементами, встановлено параметри і схему можливих станів підсистеми технічного забезпечення. Описані основні етапи щодо створення концептуальної моделі функціонування машинотракторного парку сільськогосподарських підприємств.

Отже, виходячи з концептуальної моделі системи та з врахуванням інструментальних засобів, встановлюється теоретична база, на основі якої буде побудована модель системи.

Список літератури

1. Сидорчук О. В. Інженерія машинних систем. Монографія. /О. В. Сидорчук – К. : Добра справа , 2007. – 263 с.
2. Борисенко В. О. Основи методології і методики імітаційного моделювання роботи польових агрегатів для обґрунтування їх ефективного використання. / В. О. Борисенко, М. А. Босий – К. : НДІ "Украгропром-продуктивність", 2010. – 87 с.
3. Луб П.М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / П. М. Луб. – Львів., 2006. – 23 с.
4. Агеев Л.Е., Эксплуатация энергонасыщенных тракторов / Л. Е. Агеев, С. Х. Бахриев – М. : Агропромиздат, 1991. – 271с.
5. Падюка Т. Обґрунтування параметрів тракторного парку сільськогосподарського підприємства на під-

ставі системного підходу / Т. Падюка / Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2013. – Кн. 2, № 17(31) – С.

6. Погорелый Л.В. Повышение эксплуатационно-технологической эффективности сельскохозяйственной техники / Л.В. Погорелый. – К. : Техника, 1990. – 176 с.

7. Погорелый Л. В. Научные основы повышения производительности сельскохозяйственной техники / Погорелый Л. В., Бильский В. Г., Кононенко Н. П. – К. : Урожай, 1989. – 240 с.

Аннотация. *Разработаны и описаны основные этапы создания концептуальной модели работы системы «парк тракторов - производственная программа сельскохозяйственного предприятия», изложены основы для создания соответствующей математической модели.*

Summary. *Designed and describes the main steps of creating a conceptual model of the system "park tractors and production program of the agricultural enterprise", set the foundation for the creation of an appropriate mathematical model.*

Стаття надійшла до редакції 20 травня 2014 р.